

## Литература

1. Журавлев Ю. Н. Активные магнитные подшипники: Теория, расчет, применение. СПб. : Политехника, 2003.
2. Грибов А. Н., Журавлев Ю. Н., Мацевич В. Г. Вибровозбудитель низкочастотной вибрации с активной магнитной подвеской подвижной части // Современные проблемы совершенствования средств измерений механических величин. Л. : Энергоатомиздат, 1986.
3. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. М. : Машиностроение, 1986.
4. Изерман Р. Цифровые системы управления. М. : Мир, 1984.

*D. S. Fyodorov*

### DIGITAL CONTROL SYSTEM OF LOW-FREQUENCY ELECTRODYNAMIC VIBRATING STAND

*In article problems and a way of realization of a digital control system are considered by the electric drive of an electrodynamic low-frequency vibrating stand. Are brought: description of discrete model of management, stability analysis, synthesis of a digital regulator. The technical specification on the developed system is presented.*

**Keywords:** management, regulator, model, vibrating stand, stability, step-type behavior, frequency.

Федоров Дмитрий Сергеевич — старший преподаватель кафедры «Электропривод и системы автоматизации» ФГБОУ ВПО ПсковГУ, dmitriy-fedorov-2012@mail.ru.

УДК 620.9 + 502

*К. В. Глотова*

### ИССЛЕДОВАНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНОГО ОБЪЕКТА ЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА

*Проведен анализ неблагоприятных факторов воздействия и риска на потенциально опасных объектах энергетики на примере филиала ОАО «ОГК-2 Псковская ГРЭС».*

**Ключевые слова:** электрическая станция, электроэнергетическая установка, топливо, вредные выбросы, негативное воздействие.

Государственная районная электрическая станция (ГРЭС) является сложным энергетическим комплексом, состоящим из зданий, сооружений, энергетического и иного оборудования. Основными системами ГРЭС являются:

- котельная установка;

- паротурбинная установка;
- топливное хозяйство;
- электрическая часть;
- техническое водоснабжение (для отвода избыточного тепла);
- система химической очистки и подготовки воды.

При проектировании и строительстве ГРЭС ее системы размещаются в зданиях и сооружениях комплекса, в первую очередь в главном корпусе.

В котельном отделении главного корпуса располагается котельная установка, состоящая из двух паровых котлов (парогенераторов) и паропроводов. Пар от котлов передается двум турбинам по паропроводам «острого» пара.

Паротурбинная установка располагается в турбинном отделении главного корпуса. В нее входят:

- две паровые турбины с двумя электрическими генераторами по 215 МВт каждый;
- конденсатор, в котором пар, прошедший турбину, конденсируется с образованием воды (конденсата);
- питательные и конденсатные насосы, обеспечивающие возврат конденсата (питательной воды) к паровым котлам;
- рекуперативные подогреватели низкого и высокого давления — теплообменники, в которых питательная вода подогревается отборами пара от турбины;
- деаэратор, в котором вода очищается от газообразных примесей;
- трубопроводы и вспомогательные системы.

В топливное хозяйство ГРЭС на природном газе входит газораспределительный пункт и газопроводы. В качестве резервного источника используется мазут, поэтому на ГРЭС также устроено и мазутное хозяйство. В мазутное хозяйство входят:

- приемно-сливное устройство;
- мазутохранилище со стальными резервуарами (6 резервуаров);
- мазутная насосная станция с подогревателями и фильтрами мазута;
- трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой;
- противопожарная и другие вспомогательные системы.

Электрическая часть ГРЭС предназначена для производства электрической энергии и ее распределения потребителям. В генераторах ГРЭС создается трехфазный электрический ток напряжением 15,75 кВ. С целью исключения потерь энергии в сетях сразу после генераторов устанавливаются блочные трансформаторы, повышающие напряжение до 110 и 330 кВ.

Подключение и отключение отходящих к подстанциям и потребителям линий электропередачи производится на открытых распределительных устройствах (ОРУ), оснащенных выключателями, способными соединять и разрывать электрическую цепь высокого напряжения при номинальном токе или тока короткого замыкания с образованием и гашением электрической дуги.

Система технического водоснабжения организована прямоточной и обеспечивает подачу большого количества холодной воды для охлаждения конденсаторов турбин. В прямоточной системе ГРЭС вода забирается насосами из реки Шелонь (естественного источника) и после прохождения конденсатора сбрасывается.

сывается обратно. При этом вода нагревается примерно на 8–12 С, что изменяет биологическое состояние источника.

Пятиэтажный административно-бытовой корпус (АБК) является отдельно стоящим зданием на территории ГРЭС, предназначенным для инженерно-технических работников и иного персонала, обслуживающего ГРЭС. К АБК пристроен центральный склад и цех ХВО (химводоочистки), обеспечивающего очистку воды для охлаждения конденсаторов турбин.

Так же на территории ГРЭС предусмотрены здания топливно-транспортного цеха, отдела оборудования, азотно-кислородной станции и недостроенный тракт топливной подачи.

Тракт топливной подачи проектировался из расчета, что именно уголь станет резервным топливом для ГРЭС, но ввиду изменившихся технологических условий, тракт не только не был сдан в эксплуатацию, но даже его строительство не было завершено.

На азотно-кислородной станции идет приготовление азота, для продувки резервуаров и трубопроводов, проверки работы трубопроводов под давлением, (т. к. газообразный азот пожаро- и взрывобезопасен, препятствует окислению, гниению); и кислорода, который в смеси с воздухом используют для более эффективного сжигания топлива в горелках.

Таким образом, энергетическое производство, потребляя огромное количество топлива и кислорода воздуха для его окисления, выдает продукцию в виде электрической энергии, а газообразные, тепловые и твердые продукты сгорания являются его отходами.

Помимо вредного воздействия на окружающую среду, работа электростанции негативно сказывается и на персонале, обслуживающем саму станцию.

В процессе эксплуатации электроэнергетических установок — открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи сверхвысокого напряжения (330 кВ) возникают электромагнитные поля, являющиеся одним из производственных антропогенных факторов, который оказывает свое влияние на биологические объекты и, в частности, на человека.

Специальные наблюдения и исследования подтвердили, что интенсивное электромагнитное поле, возникающее в пространстве вокруг токоведущих частей действующих электроустановок влияет на здоровье обслуживающего персонала, вызывая тем самым нарушение функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. При этом наблюдается повышенная утомляемость, снижение точности движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, сопровождающихся сердцебиением и аритмией, и т. п.

Электрическое поле также может стать причиной воспламенения или взрыва паров горючих материалов и смесей в результате возникновения электрических разрядов при соприкосновении предметов и людей с машинами и механизмами. Электрические разряды возникают в результате разности потенциалов заземленных и не заземленных объектов находящихся в электрическом поле. Для предотвращения разрядов необходимо заземлять объекты, находящиеся в данном электрическом поле.

В целях защиты населения от воздействия электрического поля устанавливаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ).

СЗЗ также отделяют электрическую станцию, которая является одним из крупных источников загрязнения окружающей среды.

Количество и характеристика вредных выбросов ГРЭС напрямую зависит от используемого топлива, и при сжигании мазута с дымовыми газами в атмосферный воздух поступают:

- сернистый ( $\text{SO}_2$ ) и серный ( $\text{SO}_3$ ) до 5% ангидрид;
- окислы азота, а точнее оксид азота  $\text{NO}$  и диоксид азота  $\text{NO}_2$ ;
- пятиокись ванадия  $\text{V}_2\text{O}_5$ ;
- продукты неполного сгорания (химнедожог);
- угарный газ  $\text{CO}$ ;
- бенз(а)пирен  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$  (1-й класс опасности, твердое вещество);
- углеводороды;
- сажа;
- вещества, удаляемые с наружных поверхностей нагрева при очистках.

Большинство этих продуктов являются токсичными и даже в очень малых концентрациях оказывают вредное воздействие на человека, животных и растительный мир, на почву и воду. Кроме этого, вредное воздействие ГРЭС выражается в шлейфах пыли и дыма, сокращающих ультрафиолетовую радиацию и видимость.

ГРЭС также является крупным потребителем воды для технологических нужд и, соответственно, значительным загрязнителем природных водоемов. Река Шелонь относится к категории рыбохозяйственных природных водоемов, к которым предъявляются соответствующие требования по составу и свойствам воды (см. табл.).

Таблица

№ п/п	Показатели состава и качества воды	Рыбохозяйственные природные водоемы
1	Взвешенные вещества	Не должны увеличиваться больше 0,25 мг/л
2	Плавающие примеси	Не должно быть плавающих пленок и нефтепродуктов, пятен минеральных масел, жиров и др.
3	Запахи, привкусы	Не должны быть запахи и привкусы интенсивностью более 2-х баллов
4	Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике 20 см
5	Температура	Не должна повышаться летом более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца
6	Солесодержание	—
7	Растворенный кислород	Не менее 4 мг/л в любой период года
8	Биохимические потребления кислорода БПК <sub>20</sub>	3 мг/л
9	Железо	—
10	Медь	—
11	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	—
12	Свободный хлор	отсутствие
13	Нефтепродукты	0,05 мг/л

К сточным водам ГРЭС относятся:

- охлаждающие воды (после охлаждения конденсаторов турбин);
- сточные воды водоподготовительных установок и конденсатоочисток;
- отработавшие растворы после химочистки теплосилового оборудования;
- растворы от обмывок поверхностей нагрева котлов, работающих на мазуте.

Разнообразие данных сточных вод приводит к засоленности и замазученности водоемов.

Исходя из, установленного по факту, неблагоприятного воздействия на окружающую среду, ГРЭС производит плату за лимитированные выбросы загрязняющих веществ, а именно:

- платежи за негативное воздействие на воздух от стационарных и передвижных источников;
- платежи за сброс сточных вод;
- платежи за размещение отходов.

Но, не смотря на приносимый вред, и здесь есть преимущества мощных ГРЭС, с вводом в действие которых ликвидируются источники вредных выбросов — сотни мелких неэкономичных котельных, не имеющих необходимых технических средств, приборов контроля и автоматики, снижающих вредные выбросы в окружающую среду.

Таким образом, ГРЭС является сложным опасным объектом, требующим тщательного детализированного изучения. Кроме собственного описания этого объекта необходимо выявить факторы риска, т. е. причины, которые могут повлечь неблагоприятные последствия и источники риска. Источники риска (опасности) это конкретные физические явления, такие как поражающие действие взрыва, электромагнитных полей, электрического тока, разряда, вредных отравляющих выбросов и др. Дальнейшее направление исследований — для источников и факторов риска необходима классификация и ранжирование, как основа для дальнейшей количественной оценки поражения людей и материальных объектов.

### **Литература**

1. Буров В. Д., Дорохов Е. В., Елизаров Д. П. и др. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / Под ред. Лавыгина В. М., Седлова А. С., Цанева С. В. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. 466 с.
2. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики. М. : Инфра-М, 2007.
3. Вороновский Г. К., Стенников В. Н. Современная тепловая электростанция (теплотехническое оборудование и экология): учебное пособие. Х. : Курсор, 2000. 178 с.
4. Основы современной энергетики / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Амелистовой Е. В. Том I. М. : Издательский дом МЭИ, 2008.

**STUDY OF ADVERSE EFFECTS  
OF POTENTIALLY DANGEROUS ENERGY OBJECTS  
ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN BEING**

*The analysis of adverse impact and risk on potentially dangerous energy objects exemplified by the power plants «OGK-2 Pskov GRES».*

**Keywords:** power plant, electricity installation, fuel, emissions, negative impact.

Глотова Ксения Владимировна — ассистент кафедры «Инженерная защита окружающей среды» ФГБОУ ВПО ПсковГУ, [kseniya.glotova@bk.ru](mailto:kсениya.glotova@bk.ru).

УДК.62-529

*И. Н. Козырев, В. А. Иванов, О. А. Чернова*

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ,  
РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ**

*Рассматриваются вопросы проектирования программного обеспечения для устройств, работающих в условиях электромагнитных помех.*

**Ключевые слова:** микроконтроллер, многозадачность, коммутация, мажорирование.

При разработке однофазных и трехфазных устройств сетевой автоматики (УСА), работа которых связана с необходимостью периодической коммутации индуктивных нагрузок, часто происходят сбои в работе управляющих микроконтроллеров (МК). Причиной сбоев являются мощные электромагнитные помехи, возникающие в момент коммутации.

Уменьшения количества сбоев достигают, в частности, следующими способами:

- Синхронизацией момента коммутации с моментом перехода тока через ноль. Этот способ применим только в однофазных устройствах.
- Отключением микроконтроллера или переводом его в состояние «сна» на момент коммутации с последующей активацией и проверкой целостности содержимого памяти. Способ применим в случае, если помеха вызвана коммутацией, осуществляемой самим микроконтроллером.
- Мажорирование управляющего микроконтроллера. В этом случае достигаются высокие показатели помехоустойчивости при высокой стоимости оборудования.